

Ref. 2

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000316167 A**(43) Date of publication of application: **14.11.00**(51) Int. Cl. **H04N 9/07**(21) Application number: **11125493**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(22) Date of filing: **06.05.99**(72) Inventor: **YOSHIDA HIDEAKI**(54) **COLOR IMAGE PICKUP ELEMENT AND DEVICE**

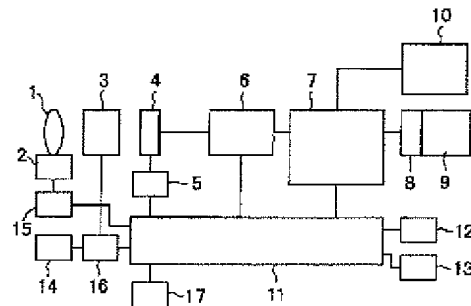
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a color image pickup element and device for substantially solving the problem of generating color moire fringes caused by a periodic coding array, for realizing miniaturization, low costs and color image pickup with high resolution, and for sharply increasing an image pickup dynamic range.

SOLUTION: This color image pickup device is provided with a CCD image pickup element 4 having a six color random array in which a color coding array fulfills an array limiting condition that an arbitrary pixel under consideration is made adjacent to pixels in the five colors other than the color of the pixel under consideration at the four sides or four angles of the pixel under consideration, and in which the six colors constituting the six color random array are constituted of three primary colors with two sensitivities for each color, a digital process circuit 7 which performs color separation processing based on a random color coding array,

and a storage means constituted of a mask ROM or EEPROM 17 which stores array data related to the random color coding array.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-316167
(P2000-316167A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 N 9/07

H 0 4 N 9/07

A 5 C 0 6 5

D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-125493

(22) 出願日 平成11年 5 月 6 日 (1999. 5. 6)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号

(72) 発明者 吉田 英明

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100087273

弁理士 最上 健治

Fターム(参考) 5C065 AA03 BB13 BB30 DD02 EE06

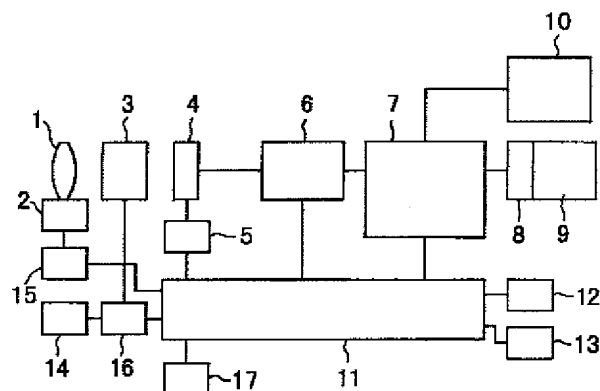
FF02 GG27 GG31 GG44

(54) 【発明の名称】 カラー撮像素子及びカラー撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 周期的色コーディング配列に伴う色モアレの発生等の問題を本質的に解決し、小型低コストで高解像度のカラー撮像が可能で、且つ撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることができるようにしたカラー撮像素子及びカラー撮像装置を提供する。

【解決手段】 色コーディング配列が任意の着目画素が該着目画素の色以外の他の 5 色の画素と該着目画素の 4 辺又は 4 角のいずれかにおいて隣接する配列制限条件を満たす 6 色ランダム配列とし、該 6 色ランダム配列を構成する 6 色を 1 つの色に関してそれぞれ 2 つの感度を有する 3 原色とした CCD 撮像素子 4 と、ランダム色コーディング配列に基づく色分離処理を行うデジタルプロセス回路 7 と、ランダム色コーディング配列に関する配列データを記憶するマスク ROM 又は EEPROM 17 からなる記憶手段とを備えてカラー撮像装置を構成する。



- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1 : レンズ系 | 10 : LCD 画像表示系 |
| 2 : レンズ駆動機構 | 11 : システムコントローラ |
| 3 : 露出制御機構 | 12 : 操作スイッチ系 |
| 4 : CCD 撮像素子 | 13 : 操作表示系 |
| 5 : CCD ドライバ | 14 : ストロボ |
| 6 : プリプロセス回路 | 15 : レンズドライバ |
| 7 : デジタルプロセス回路 | 16 : 露出制御ドライバ |
| 8 : メモリカードインターフェース | 17 : EEPROM |
| 9 : メモリカード | |

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光電変換素子からなる画素を複数個配列してなる画素群を有するカラー撮像素子であって、該カラー撮像素子の色コーディング配列は、任意の着目画素が該着目画素の色以外の他の 5 色の画素と該着目画素の 4 辺又は 4 角のいずれかにおいて隣接する配列制限条件を満たす 6 色ランダム配列であることを特徴とするカラー撮像素子。

【請求項 2】 前記 6 色ランダム配列を構成する 6 色は、1 つの色に関してそれぞれ 2 つの感度を有する 3 原色であることを特徴とする請求項 1 に係るカラー撮像素子。

【請求項 3】 前記請求項 1 又は 2 に係るカラー撮像素子を備え、該カラー撮像素子の出力信号に対して該カラー撮像素子のランダム色コーディング配列に基づく色分離処理を行う色分離手段を有していることを特徴とするカラー撮像素子。

【請求項 4】 前記色分離手段で色分離処理を行うための、前記カラー撮像素子のランダム色コーディング配列に関する配列データを記憶する記憶手段を備えていることを特徴とする請求項 3 に係るカラー撮像素子。

【請求項 5】 前記記憶手段は、マスク ROM で構成されていることを特徴とする請求項 4 に係るカラー撮像素子。

【請求項 6】 前記記憶手段は、EEPROM で構成されていることを特徴とする請求項 4 に係るカラー撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、色モアレの発生を防止できるようにしたカラー撮像素子及びそのカラー撮像素子を用いたカラー撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、撮像素子及び固体撮像素子に代表される撮像素子は、撮像素子に広く用いられている。特に、単管又は単板 (Single Sensor) カラー撮像素子に使用されるカラー撮像素子は、1 つの撮像素子でカラー撮像素子を構成できるため、色分離プリズムが不要でレンズの小型化が可能であり、またレジストレーションに代表される多板式の各種調整の必要がなく、更に消費電力が小さいなど多くの特徴を有し、カラー撮像素子の小型化・消費電力化に多くの貢献を果たしており、特に固体撮像素子であるカラー CCD 撮像素子を用いた単板カラーカメラは、撮像素子の主流となっている。

【0003】上記カラー撮像素子は、いずれも一つの受光面で色情報を得るため、ストライプフィルタ又はモザイクフィルタなどと称される色フィルタを用いて、受光平面内で色変調 (色コーディング) を行っている。すなわち、例えば RGB 3 色のフィルタを所定の規則的配列で各光電変換素子 (画素) 上に張り付けることで、各画

素毎に異なる分光感度を持たせている。従って、被写体撮像によって得られた映像信号には、このフィルタ配列にしたがった点順次の色情報が含まれているから、上記所定の配列にしたがって各色フィルタに対応した信号毎に分離して、その分離した信号を取り出すことにより色情報が取り出せる。輝度信号 (Y 信号) を得るためには RGB 情報が全て必要であるから、1 画素の輝度情報を得るためには最低 3 画素 (RGB 各 1 画素ずつ) を必要とし、輝度解像度は犠牲になるものの一つの撮像素子でカラー撮像を行うことができるようになっている。

【0004】上記フィルタ配列には、RGB ストライプ、ベイヤ型 RGB モザイク (各種あり) などの 3 原色フィルタ、YeMgCy ストライプ、YeMgCyW 4 色モザイク、YeMgCyG 4 色モザイクなどの補色フィルタ等、多種多様な色コーディングパターンが提案されて実用化されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記カラー撮像素子の電気的構成 (撮像素子か固体撮像素子か、あるいは CCD か他のタイプかなど) や色コーディングの種類 (原色か補色か、あるいは 3 色か 4 色かなど) については、関わりなく有する本質的問題点を指摘し、その解決手段を示すものであるから、以下の説明においては特にことわらない限り、その一例についてのみ取り上げ、説明を行うこととする。

【0006】上記従来の色コーディング配列の中、RGB ベイヤ配列の一例を図 5 の (A)、(B) に基づいて説明する。RGB ベイヤ配列は、図 5 の (A) に示す 2 × 2 の 4 画素を基本配列とし、この基本配列を図 5 の (B) に示すように順次並べて平面を埋めつくすように配列するものであって、RGB の各色への画素数の配分比率を 1 : 2 : 1 として、輝度信号に対する寄与の大きい G の密度を高めることで輝度解像度を高めた点に特徴があるものである。また、垂直及び水平の 2 方向に等方的に配置しているため、ストライプフィルタと異なり等方的な解像度が得られるようになっている。なお、図 5 の (B) は任意の 8 × 8 = 64 画素に関して例示している。

【0007】しかしながら、ベイヤ配列においては上記のように規則的な配列を用いているため、その配列による空間サンプリングに基づいた偽解像、いわゆる色モアレの発生を伴うという大きな問題を有していた。すなわち、本来色のない白黒被写体において上記配列周期と同じ周期の輝度変化 (白黒パターン) を有する周期的被写体が存在した場合、例えば 1 水平ラインとして RG 行に着目し R で白、G で黒であったとすると、輝度変化のない赤い被写体から得られる信号と同等の信号が出力されるため、本来は存在しない色出力を生じてしまう。このような縞模様状の繰り返しパターンによって生じた偽色信号すなわち色モアレは、いわゆる周波数折り返し (エ

リアジング)によって低周波域に生ずるため、後段の色帯域抑圧を含めた電氣的フィルタ処理等によっても取り除くことができない。

【0008】このため、従来の単板カラー撮像装置は、画質確保のためには光学系に水晶などの光学ローパスフィルタを必須としており、これが小型化や低コスト化の大きな制約となるばかりか、それでもなお残存する色モアレによる画質劣化は避けられなかった。

【0009】一方この問題とは別に、従来の撮像装置においては被写体に対する撮像ダイナミックレンジ(輝度再現域)の確保については特別な考慮がなされておらず、輝度分布が高輝度から低輝度まで輝度レンジの大きな被写体の撮影に際しては、白飛びや黒潰れを生じやすいという問題点があった。

【0010】この問題点に関して詳述すれば、撮像レンジは単純に撮像素子だけでは決まらず、それを使用した撮像装置の信号処理も含めた全体で決まるが、少なくとも高輝度側は撮像素子の飽和レベルが限界になり、低輝度側は撮像装置に組み込まれた状態での撮像素子出力のノイズレベルが限界になるから、少なくともそれを超えた撮像レンジを得ることはできない。従来、一般的な撮像素子を用いて撮像装置を構成した場合の撮像素子の光電変換特性は、例えば図6で模式的に示されるようなものであった。

【0011】図6において、横軸は入射光量を、縦軸は信号レベルをそれぞれ対数的に示している。また、図中ULは高輝度側限界レベルを、LLは低輝度側限界レベルをそれぞれ示しており、ULは撮像素子の飽和レベルにほぼ対応するレベルであり、一方LLについてはノイズレベルNLそのものではなく、ノイズと共存しても鑑賞に堪える所定の限界S/N比を有する信号レベルとして定まる。そしてULとLLの間が有効輝度域となり、これらの(対数軸上での)差: $\text{Range} = \text{UL} - \text{LL}$ が撮像ダイナミックレンジとなる。

【0012】この撮像ダイナミックレンジは、撮像装置の設計製造によって異なるが、多くの場合5~6EV(30~36dB)程度であり、更なる改善が望まれていた。しかしながら、撮像素子の飽和レベルやノイズレベルの改善には限界があり、実現が困難であるという問題があった。

【0013】本発明は、従来のカラー撮像装置における上記周期的色コーディング配列に伴う問題を本質的に解決すると共に撮像ダイナミックレンジを改善するためになされたもので、周期的な輝度変化をもつ被写体でも色モアレを発生させず、また撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることができ、小型低コストで高画質なカラー撮像の可能な撮像装置を提供すること、及びそれを可能とするカラー撮像素子を提供することを目的とする。請求項毎の目的を述べると、請求項1に係る発明は、規則性を有しないランダムな色コーディング配列に

よる被写体撮像を行うことを可能とし、且つ全撮像領域に亘って所定値以上の高解像度を確保すると共に画質性能や機能を向上させることの可能なカラー撮像素子を提供することを目的とする。請求項2に係る発明は、撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることの可能なカラー撮像素子を提供することを目的とする。請求項3に係る発明は、請求項1又は2に係るカラー撮像素子を用いて、該撮像素子のランダム色コーディング配列情報に基づく色分離を行えるようにしたカラー撮像装置を提供することを目的とする。請求項4に係る発明は、ランダム色コーディング配列情報に基づく色分離を容易に且つ確実に行うことができるカラー撮像装置を提供することを目的とする。請求項5に係る発明は、低コストで大量製造することができるランダム色コーディング配列データを記憶する手段を備えたカラー撮像装置を提供することを目的とする。請求項6に係る発明は、色コーディング配列の異なるカラー撮像素子の色分離処理にも容易に対応することが可能なカラー撮像装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、請求項1に係る発明は、光電変換素子からなる画素を複数個配列してなる画素群を有するカラー撮像素子であって、該カラー撮像素子の色コーディング配列は、任意の着目画素が該着目画素の色以外の他の5色の画素と該着目画素の4辺又は4角のいずれかにおいて隣接する配列制限条件を満たす6色ランダム配列としてカラー撮像素子を構成するものである。このように構成したカラー撮像素子においては、周期性を有しないランダムな色コーディング配列で被写体を撮像することができ、したがって周期的な輝度変化をもつ被写体でも色モアレの発生を防止することができる。そして、任意の着目画素が該着目画素の色以外の他の5色の画素と該着目画素の4辺又は4角のいずれかにおいて隣接するという配列制限条件を満たす6色ランダム配列としているため、ランダムでありながらも全ての撮像領域に亘って所定値以上の高解像度を確保すると共に、画質性能や機能を向上させることができる。

【0015】請求項2に係る発明は、請求項1に係るカラー撮像素子において、前記6色ランダム配列を構成する6色は、1つの色(相対分光感度特性)に関してそれぞれ2つの感度(絶対感度特性)を有する3原色であることを特徴とするものである。このように6色ランダム配列における6色を、2つの感度を有する3原色で構成することにより、撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることができる。

【0016】請求項3に係る発明は、前記請求項1又は2に係るカラー撮像素子を備え、該カラー撮像素子の出力信号に対して該カラー撮像素子のランダム色コーディング配列に基づく色分離処理を行う色分離手段を設けて

カラー撮像装置を構成するものである。このように構成することにより、色モアレを発生させず所定値以上の高解像度を備えると共に画質性能や機能を向上させることができ、且つ撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることが可能なカラー撮像素子の色コーディング配列情報に基づく色分離を、確実に行うことができるカラー撮像装置を実現することができる。

【0017】請求項4に係る発明は、請求項3に係るカラー撮像装置において、前記色分離手段で色分離処理を行うための、前記カラー撮像素子のランダム色コーディング配列に関する配列データを記憶する記憶手段を備えていることを特徴とするものである。このようにカラー撮像素子の色コーディング配列データを記憶する記憶手段を備えることにより、ランダム色コーディング配列情報に基づく色分離を容易に且つ確実に行うことができる。

【0018】請求項5に係る発明は、請求項4に係るカラー撮像装置において、前記記憶手段をマスクROMで構成することを特徴とするものである。このように色コーディング配列データの記憶手段としてマスクROMを用いることにより、記憶手段をひいてはカラー撮像装置を低コストで大量製造することが可能となる。

【0019】請求項6に係る発明は、請求項4に係るカラー撮像装置において、前記記憶手段をEEPROMで構成することを特徴とするものである。このように色コーディング配列データの記憶手段としてEEPROMを用いることにより、色コーディング配列の異なるカラー撮像素子の色分離処理にも容易に対応することが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】次に実施の形態について説明する。図1は、本発明に係るカラー撮像素子を用いたカラー撮像装置（デジタルカメラ）の実施の形態を示すブロック構成図である。図1において、1はレンズ系、2はレンズ駆動機構、3は露出制御機構、4はCCD撮像素子、5はCCDドライバ、6はA/D変換器を含むブリッジ回路、7はデジタルプロセス回路で、ハードとしてメモリを含み、全てのデジタルプロセス処理を行うものである。8はメモリカードインターフェース、9はメモリカード、10はLCD画像表示系、11は主たる構成としてマイコンを含むシステムコントローラ、12は操作スイッチ系、13は操作表示系、14はストロボ、15はレンズドライバ、16は露出制御ドライバ、17はEEPROMである。

【0021】図1に示した実施の形態においてカラー撮像素子として用いているCCD撮像素子4のランダム配列の色フィルタ配列例を図2に示す。このCCD撮像素子の画素数は、任意ではあるが仮に100万画素程度を想定しており、図2においては、中央部分の $8 \times 8 = 64$ 画素に対応するフィルタ配列だけを表示している。以下の

説明では、このようなランダム配列を得るための手順を具体的に説明するものであり、図示はあくまでもこの理解を助けるためのものであり、この程度の領域の図示で充分理解されるであろう。（また、ランダム配列が本発明の本質であるから、全領域のパターンを例示することは無意味且つ不可能でもある。）図2において、LRはLight Red、DRはDark Red、LGはLight Green、DGはDark Green、LBはLight Blue、DBはDark Blueをそれぞれ表し、それぞれ上記従来のベイヤー配列の撮像素子のR、G、B各フィルタと同じ色（相対分光透過率）のフィルタであるが、LXはXフィルタの2倍の透過率、DXはXフィルタの $1/2$ の透過率を有している。（但しXは、R、G、Bのいずれかを表すものとする。以下同じ。）このような色フィルタコーディングを、以下では2濃度RGB6色（省略して2濃度RGB又はRGB6色という）ランダムコーディングと称する。

【0022】次に、このようなコーディングを得るための手順例について説明する。このコーディングはランダムコーディングであるから、各画素の色フィルタを決定するために、2濃度RGBの6色にそれぞれ1面ずつを割り当てたサイコロを使用してもよいのは勿論であるが、その煩雑さを減じるため表計算ソフトウェア等を用いて、全画素配列に相当する表配列を準備する。そして、配列の各セルに数式 $\text{MOD}(\text{RND}/6)$ （但し、RNDは適当な桁数の乱数関数、 $\text{MOD}(n/d)$ は n を d で除した剰余関数）を割り当てて得られた数値に対して、例えば $0 \rightarrow \text{LR}$ 、 $1 \rightarrow \text{LG}$ 、 $2 \rightarrow \text{LB}$ 、 $3 \rightarrow \text{DR}$ 、 $4 \rightarrow \text{DG}$ 、 $5 \rightarrow \text{DB}$ を適用すればよい。

【0023】このようにして得られた配列は、統計学的には通常は特に大きな偏りは持たないが、ただ1回の試行によって得たものは確率的に低いとはいえ、極端に色による画素数の多寡があったり、大面積にわたる特定色の集中があったりする可能性を有している。あるいは、従来例のような周期性を有したパターンになる可能性も極めて低い 0 ではない。従って、上記手法によって数回の試行を行い複数の配列サンプルを得た上で、実写による撮像試験（現実にはシミュレーションを用いるのが好適）を行って、評価結果のよいものを採用することが望ましい。

【0024】しかしながら、このような試行的なやり方は、最終的な配列選択に際しては避けられないものであるとしても、設計当初から全て試行のみによることは、一般的には設計効率を著しく低下させるものであって好ましくない。あるいは試行によって得られた配列を評価するに当たっても、良い撮像画質を得るためには、必須となるような配列自体に要求される客観的な要件といったものがあるはずで（極端な例として、全てが一つの色の画素のみになってはならないことは自明である）、このような条件を具体的に見出し、これを制限条件（判定

基準)として採用することが極めて有効である。

【0025】具体的には、本実施の形態におけるCCD撮像素子の2濃度RGB6色ランダム配列は、任意の着目画素が該着目画素のフィルタの色(自己の色)以外の他の5色の画素と該着目画素の4辺又は4角のいずれかにおいて隣接するということを制約条件として採用している。すなわち、仮に着目画素のフィルタの色(自己の色)がLRであったとすれば、その上下左右及び斜め四方の隣接8画素のうちにLG, LB, DR, DG, DBが少なくとも1画素ずつは含まれているという条件である。この条件は、後述の色分離処理における最近接画素情報による補完が、必ず上下左右及び斜め四方のいずれかの隣接画素によってなされることを保証するものであって、その結果として一定値以上の高解像度の確保を保證するものである。図2の例において、周辺各1列の画素は見かけ上上記条件を満たしていないものもあるが、これは図示されてない更に外側の画素の存在によって条件を満たしているものである。このような事情から、撮像素子の光電変換面は、有効画像領域よりも4周それぞれにつき1～数行(列)の余裕を見て、いわゆる捨て画素領域(画像信号生成に関与するが、有効画像領域ではない領域)を設けてある。

【0026】なお、このような制約条件を満たす配列は、上記完全にランダムな配列を試行により多数用意し、それを上記条件で検定することによっても、あるいは例えば表計算等のソフトウェア処理による配列生成に当たって、予め制約条件を課した上で生成することによっても、いずれでも得ることができる。

【0027】さて、このようなランダムカラーフィルタ配列を備えたCCD撮像素子4を用いたカラー撮像装置(デジタルカメラ)においては、従来のカメラと同様に信号を読み出して処理し、撮像画像をメモリカード9に記録、あるいはLCD画像表示系10に表示する。従来と異なる動作は色分離処理であるが、その処理は、デジタルプロセス回路7がシステムコントローラ11の制御下において行うようになっている。無論、色分離処理とは、基本的には対応色信号の存在しない画素(例えば従来のRGBフィルタ撮像素子を用いたB信号生成処理におけるRフィルタ画素など)に対する近隣画素情報等を用いた信号補完処理であって、この点に関しては従来と何等変わるところはない。しかしながら従来の色分離が、CCD撮像素子の規則的色コーディングに対応して、順列に基づいた規則的サンプリングを行いホールド回路等を用いた単純な補完や、更に必要に応じて画素間の加算減算等を行っていた(具体的な処理についてはアナログ処理、デジタル処理、混成処理等多種にわたる)のに対して、本発明において適用するランダムコーディングは規則性がないので、このような処理はできない。そこで、使用するCCD撮像素子の各画素に関してのフィルタコーディングデータ(上記図2に相当する全

画素のフィルタテーブル)を参照して、色分離処理を行う。このコーディングデータはEEPROM17に記憶されており、使用するCCD撮像素子の色コーディングが異なる場合にも対応できるようになっている。

【0028】これとは別に従来の処理と大きく異なる点は、言うまでもなくR, G, B各色に感度の異なる2種類の画素が存在していることであって、撮像素子から読み出される画素情報信号の光電変換特性は、R, G, Bの各色間の感度の違いをさておけば、R, G, Bのいずれかである着目する色X(LX, DX)については、図3に示すようなものとなっている。すなわち、従来の色Xの特性をLX, DXの各フィルタ透過率の違いに相当する分だけ左右に平行移動させたものになっている。

(図3の基準感度線Aは従来の色Xの有効輝度域の光電変換特性に対応する補助線である。)

【0029】そして、本実施の形態に係るカラー撮像装置における色信号の生成処理は従来のものとは異なり、各色Xに対応するX信号はLX画素情報とDX画素情報との2種の画素情報から生成される。具体的な各X信号の生成処理は以下のようにして行われる。但し、Y画素とはLX, DX以外の4種の画素(例えばX=Gの時、LR, DR, LB, DBのいずれか)を示す。

【0030】LX画素:

(1) 自己(着目画素)の画素情報信号がUL(LX)より小さい値の時→自己の画素情報信号の値の1/2の値をX信号値とする。

(2) 自己の画素情報信号がUL(LX)以上の時→自己に隣接するDX画素(少なくとも1つ存在する)の画素情報信号の値を判定した結果によって、(2-A)それがLL(DX)より大きくUL(DX)より小さい時→そのDX画素の値(複数ある場合はその代表値)の2倍の値をX信号値とする。

(2-B) その全てがLL(DX)以下又はUL(DX)以上の時→自己の画素情報信号の値の1/2の値をX信号値とする。

【0031】DX画素:

(1) 自己の画素情報信号がLL(DX)より大きい値の時→自己の画素情報信号の値の2倍の値をX信号値とする。

(2) 自己の画素情報信号がLL(DX)以下の時→自己に隣接するLX画素(少なくとも1つ存在する)の画素情報信号の値を判定した結果によって、(2-A)それがLL(LX)より大きくUL(LX)より小さい時→そのLX画素の値(複数ある場合はその代表値)の1/2の値をX信号値とする。

(2-B) その全てがLL(LX)以下又はUL(LX)以上の時→自己の画素情報信号の値の2倍の値をX信号値とする。

【0032】Y画素: 自己に隣接するX画素(LX画素又はDX画素: これは少なくとも2つ存在する)の出力

するX信号値(但し、上記条件(1)を満足するものを優先し、これが複数ある場合はその代表値)を自己のX信号値とする。なお、上記複数の値から「代表値」を得ることに關しては、選択法(例えば必ず下より上且つ右より左を選択する。解像度が高い。)あるいは補間法(平均値を算出する。擬似信号の発生レベルが小さい。)のいずれを用いてもよい。

【0033】上記のような色分離処理の結果得られた色信号は、全画素に関する同時化されたRGB3原色信号として、従来のRGB3原色信号と同様に後段の回路で処理され、最終的にメモリカード9に記録、あるいはLCD画像表示系10に表示される。なお、この後段の回路における処理は、その必要に応じて適宜使用されるそれ自体は公知の、例えば色バランス処理、マトリクス演算による輝度-色差信号への変換あるいはその逆変換処理、帯域制限等による偽色除去あるいは低減処理、 γ 変換に代表される各種非線型処理、各種情報圧縮処理、等々である。

【0034】上記X信号生成処理において、条件(1)とは要するにLX、DX画素それぞれについて「所定の撮像レンジ(有効輝度域)に収まっている場合は、その画素の情報をそのまま使用する」ということであり、その際各画素が従来技術におけるX相当の「基準となる感度に対して有している感度差を所定の係数を乗じて(すなわちデジタルゲイン調節を行って)補償」しているものである。したがって、LX、DX共通のレンジ内の被写体に関しては、LX、DXが個別のX画素として機能した高解像度のX(RGB)信号が得られる。

【0035】これに対して条件(2-A)は、「自己の画素情報信号がレンジを逸脱している場合、隣接の他方のXが逸脱していない場合はそれで補完する」ことを意味している。すなわち、どちらか一方の画素のレンジでのみカバーされる高輝度や低輝度の被写体部分に関しては、画素密度が半分になった状態でのX信号が得られることになるが、この場合の補完は必ず隣接画素によって行われる。したがって、Y画素における補完の条件と同じであり、解像度の劣化は極めて小さい。

【0036】この場合、従来のXを基準にとると、LXは2倍、DXは1/2の感度であるから、それぞれ低輝度側、高輝度側に1EV(6dB)ずつ撮像レンジがシフトしたことになり、合わせて2EV(12dB)撮像レンジが拡大したことになる。従来の撮像素子を用いた場合に、ダイナミックレンジ: Range = 6EV(36dB)が限界であったとすれば、本実施の形態によって8EV(48dB)の広ダイナミックレンジの撮像装置を得ることができる。

【0037】上記のような色信号の生成処理によって得られる総合特性を図4に示す。この総合特性は、上記デジタルゲイン調節によって、LX、DXの2つの特性が上下に平行移動して一つに重なった特性となってい

る。EUL、ELL等はそれぞれ拡大された高輝度、低輝度の限界レベルである。

【0038】なお、この場合、上記共通レンジ(より高解像度の得られるレンジ)は4EVあるが、上記のとおり解像度劣化の影響は小さいから、上記フィルタ透過率及びゲイン調節の係数を変えて共通レンジがほぼ0になるように設定したものを変形例として挙げておく。この変形例によれば、12EV(72dB)の飛躍的に広い撮像ダイナミックレンジを得ることが可能になる。

【0039】上記のようにRGB各信号のダイナミックレンジが拡大するから、被写体撮像に關して直接的に効果を発揮し、輝度再現域並びに色再現域が飛躍的に拡大すると共に、低輝度部でのS/N向上の結果、視覚的な色忠実度も向上する。

【0040】一方条件(2-B)は、「LG、DGいずれの撮像レンジも逸脱している場合は、本来の画素の情報をそのまま(ゲイン調節は行い)使用する」ことを意味している。したがって、拡大された総合レンジをも逸脱する被写体(例えば解像度チャートのような完全な白黒パターン)に対しては、再び画素密度が高い状態での撮像が可能になっている。

【0041】そして、この際撮像によって生じる偽色に關して考察すると、白黒のナイフエッジや孤立的な白点(線)等の被写体に関しては、当然ながら平面的なカラーコーディングの影響で従来のコーディングと同様に偽色を生じる。しかしながら、これらはいずれも孤立的に発生する(偽の)色点や色線であって、その主要エネルギーは高周波域に分布しているから、従来公知の電気的フィルタ処理等の手法で除去あるいは低減することが可能である。そして、従来最大の問題であった縞模様状の繰り返しパターンに關しては、コーディングがランダムであるため、少なくとも低周波に折返った低域の偽色(色モアレ)は発生せず、本実施の形態においては上記除去あるいは低減可能な孤立的な偽色の発生にとどまるものである。従って本実施の形態においては、従来この種のデジタルカメラにおいて必須であった光学ローパスフィルタを使用していないにも関わらず、視覚的に問題となる偽色がほとんど発生せず高画質が得られる。

【0042】しかも、色分離処理における最近接画素情報による補完が、必ず上下左右又は斜め四方のいずれかの隣接画素によってなされるから、画素のぼけの最大値すなわちPSF(点像分布関数)の幅の最大値は、上記共通レンジを逸脱している領域を含めても、少なくとも水平垂直方向に關しては3画素にとどまり、「従来のベイヤ配列で色分離の際の補完に1画素でなく周辺画素の平均値を用いた場合」と比較して、G情報で同程度、RB情報に關しては2倍程度の解像度を確保することができる。しかも、これは純粋な画素サンプリングによる効果のみの比較であるが、更に光学ローパスフィルタを使

用していないから、これによるレスポンスの低下がなく、従来解像不可能であった周波数領域にまで解像度を拡大することが可能になる。

【0043】以上本発明について上記実施の形態に基づいて説明を行ったが、上記実施の形態には様々な変形例が考えられる。まず、上記実施の形態では、コーディングデータはEEPROM17に記憶されており、使用するCCD撮像素子のコーディングが異なる場合にも対応できるようになっていたものを示した。CCD撮像素子は量産ばらつきに起因して1個毎に異なる画素欠陥データ等を必要とする場合も多いから、このためのメモリを兼用する上からも、EEPROMを用いることは利点となり得るが、一方通常一つの撮像装置本体に対して適用される撮像素子は一種（量産ばらつきを除けば同一）であり、特にカラーコーディングを変える必要もないから、コーディングデータ自身は全て同じデータを用いることができる。この点に着目すれば、上記EEPROMはマスクROMに置き換えることが可能である。マスクROMに置き換えた場合、より低コストに構成することができる。そしてまた、いずれの態様の場合も、システムコントローラ11の有するマイクロコンピュータのプログラム格納メモリと兼用することが可能であることは言うまでもない。

【0044】また、上記実施の形態において示した「ランダムコーディングを得るための手順」は、あくまでも一例に過ぎず、ランダムコーディング自体は任意の方法によって得ることができる。すなわち、当該カラーコーディング配列が、従来公知であった規則的配列とは異なり、光電変換素子配列の少なくとも数画素～数十画素以上の所定の領域に着目したときに顕著な規則的（周期的）構造を有しておらず、その結果として従来の規則的配列によって生じる縞模様状の繰り返しパターン入力に対する低域偽色の発生が低減したならば、その配列は本発明におけるランダム色コーディング配列となる。

【0045】また、上記実施の形態において、各LXフィルタの透過率は従来のXフィルタの2倍として説明を行ったが、従来のXフィルタのピーク波長における透過率が50%以上の場合にはこれは実現不可能である。この問題に対する解決を示すために、仮想的に従来のXフィルタのピーク波長透過率が100%であった場合を想定して、変形例を挙げておく。すなわちLXフィルタを従来のXフィルタと同じ透過率とし、DXフィルタを1/4の透過率とする例である。（ゲイン補正の数値も対応して変えることは言うまでもない。以下の例でも同じ。）この場合、X信号の撮像レンジは高輝度側にのみ2EV拡大することになる。なお、上記実施の形態とこの変形例に従って、各Xフィルタのピーク波長透過率に関して、これら2つの例の中間の値は勿論任意の値に対しても、本発明を自明的に容易に適用することができる。また上記実施の形態及びその変形例では、各X（RGB）

フィルタに対してL及びDの相対的透過率設定は同じ値としたものを示したが、RGB毎に異なる値を用いてもよいことは明らかで、任意の値に対しても本発明を自明的に容易に適用することができる。

【0046】また、上記実施の形態あるいは変形例における透過率等の数字は、あくまでも一例であり、必要に応じて任意に変更し得ることは言うまでもない。

【0047】更にまた、上記実施の形態あるいは変形例では6色ランダムコーディングとして2濃度RGB6色ランダムコーディングを用いたものを示したが、例えば減色混合の3原色であるYeMgCy（通称：補色）フィルタを用いた2濃度YeMgCy3原色ランダムコーディングでもよい。また、RGB3原色フィルタに色再現改善用のnG（狭帯域緑フィルタ）、高感度用のW（フィルタなし）、赤外域撮像用IR（可視光カットフィルタ）を加えた6色を用いて高画質多機能の同時実現を図ることもできる。すなわち、任意の6色コーディングに応用することができる。更にいわゆる光学的なフィルタを使用せず、撮像素子自体の素子構造で分光特性を異ならしめ、色コーディングを施したものであってもよい。

【0048】

【発明の効果】以上実施の形態に基づいて説明したように、本発明によれば周期的色コーディング配列に伴う問題を本質的に解決し、周期的な輝度変化をもった被写体でも色モアレを発生しない小型低コストで高画質なカラー撮像の可能なカラー撮像素子及びカラー撮像装置を得ることができ、特に請求項1に係る発明によれば、周期性を有しないランダムな色コーディング配列による被写体撮像を行うことを可能とし、しかも任意の着目画素が該着目画素の色以外の他の5色の画素と該着目画素の4辺又は4角のいずれかにおいて隣接するという配列制限条件を満たす6色ランダム配列としているので、色モアレを発生させず且つ全撮像領域に亘って所定値以上の高解像度を確保でき、また画質性能や機能を向上させることができるカラー撮像素子を実現することができる。また請求項2に係る発明によれば、6色ランダム配列における6色を2つの感度を有する3原色で構成しているので、撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることができる。また請求項3に係る発明によれば、色モアレを発生させず所定値以上の高解像度を備えると共に画質性能や機能を向上させることができ、且つ撮像ダイナミックレンジを飛躍的に向上させることが可能なカラー撮像素子の、色コーディング配列情報に基づく色分離を確実に行うことができるカラー撮像装置を実現することができる。また請求項4に係る発明によれば、カラー撮像素子のランダム色コーディング配列データを記憶する記憶手段を備えているので、ランダム色コーディング配列情報に基づく色分離を容易に且つ確実に行うことができる。また請求項5に係る発明によれば、色コーディング

配列データの記憶手段としてマスクROMを用いているので、記憶手段をひいてはカラー撮像装置を低コストで大量製造することが可能となる。また請求項6に係る発明によれば、色コーディング配列データの記憶手段としてEEPROMを用いているので、色コーディング配列の異なるカラー撮像素子の色分離処理にも容易に対応することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るカラー撮像素子及びカラー撮像装置の実施の形態を示すブロック構成図である。

【図2】図1に示した実施の形態におけるCCD撮像素子のランダム色フィルタ配列の一例を示す図である。

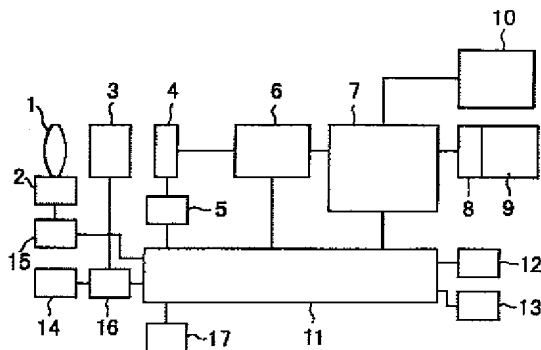
【図3】本発明の実施の形態におけるCCD撮像素子から読み出される画素情報信号の光電変換特性を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態における色信号の生成処理によって得られる総合特性を示す図である。

【図5】RGBベイア配列の基本配列と全体配列の一例を示す図である。

【図6】一般的な撮像素子の光電変換特性を示す図であ

【図1】



- | | |
|-------------------|----------------|
| 1: レンズ系 | 10: LCD画像表示系 |
| 2: レンズ駆動機構 | 11: システムコントローラ |
| 3: 露出制御機構 | 12: 操作スイッチ系 |
| 4: CCD撮像素子 | 13: 操作表示系 |
| 5: CCDドライバ | 14: ストロボ |
| 6: プリプロセス回路 | 15: レンズドライバ |
| 7: デジタルプロセス回路 | 16: 露出制御ドライバ |
| 8: メモリカードインターフェース | 17: EEPROM |
| 9: メモリカード | |

る。

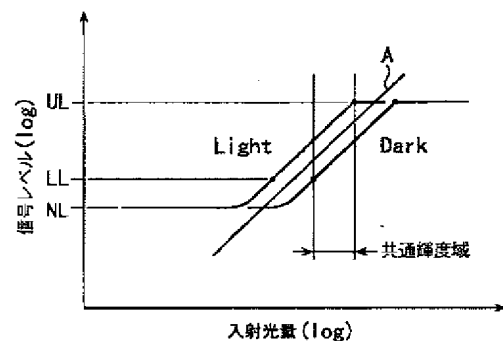
【符号の説明】

- 1 レンズ系
- 2 レンズ駆動機構
- 3 露出制御機構
- 4 CCD撮像素子
- 5 CCDドライバ
- 6 プリプロセス回路
- 7 デジタルプロセス回路
- 8 メモリカードインターフェース
- 9 メモリカード
- 10 LCD画像表示系
- 11 システムコントローラ
- 12 操作スイッチ系
- 13 操作表示系
- 14 ストロボ
- 15 レンズドライバ
- 16 露出制御ドライバ
- 17 EEPROM

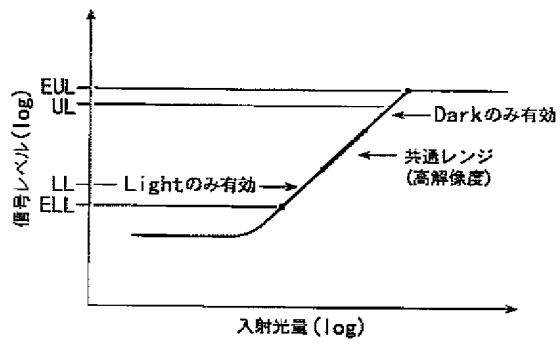
【図2】

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| LB | DB | LG | LR | LG | LR | DG | DR |
| DR | DG | LR | LB | DR | LB | DB | LR |
| LR | LR | DR | DG | DB | LR | LG | LB |
| DB | LB | LG | DB | LG | DG | DR | DG |
| DR | DG | LB | LR | DR | LB | DB | LR |
| LR | LR | DR | DG | LR | DB | LG | LB |
| LB | DB | LG | DB | LG | DG | DR | DB |
| DR | DG | LB | DR | LB | DR | LR | DG |

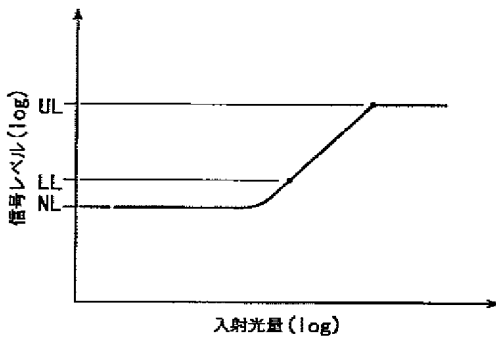
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

(A)

| | |
|---|---|
| G | B |
| R | G |

(B)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G | B | G | B | G | B | G | B |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| G | B | G | B | G | B | G | B |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| G | B | G | B | G | B | G | B |
| R | G | R | G | R | G | R | G |
| G | B | G | B | G | B | G | B |
| R | G | R | G | R | G | R | G |